



ASp

la revue du GERAS

27-30 | 2000

Réflexions sur le cognitif, Approche du discours scientifique, Ouvertures sociologiques, Études de genre, études de discours

Argumentation, représentation, intervention : les rôles de l'imagerie dans les discours scientifiques

Alberto Cambrosio



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/asp/2071>

DOI : 10.4000/asp.2071

ISBN : 978-2-8218-0382-4

ISSN : 2108-6354

Éditeur

Groupe d'étude et de recherche en anglais de spécialité

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2000

Pagination : 95-112

ISSN : 1246-8185

Référence électronique

Alberto Cambrosio, « Argumentation, représentation, intervention : les rôles de l'imagerie dans les discours scientifiques », *ASp* [En ligne], 27-30 | 2000, mis en ligne le 31 décembre 2010, consulté le 30 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/asp/2071> ; DOI : 10.4000/asp.2071

Ce document a été généré automatiquement le 30 avril 2019.

Tous droits réservés

Argumentation, représentation, intervention : les rôles de l'imagerie dans les discours scientifiques

Alberto Cambrosio

- 1 J'aimerais, d'entrée de jeu, situer ce texte, en évoquant rapidement sa genèse. Cet article fait suite à une communication présentée lors du XXI^e Colloque du GERAS, qui s'est déroulé à Dijon en mars 2000 autour du thème « Texte/Image dans les discours spécialisés ». En m'invitant en tant que sociologue à une réunion d'anglicistes, de linguistes et de sémioticiens, les organisateurs du colloque m'avaient demandé de faire le point sur les recherches sociologiques dans le domaine de la visualisation scientifique, en évitant toute intervention trop pointue. Cet article a été conçu dans un même esprit : il vise non pas à présenter de nouveaux résultats, mais à rappeler, de façon sélective, certains des thèmes et des contributions qui ont marqué le travail des sociologues des sciences à propos des représentations visuelles. L'article s'éloigne cependant de la présentation de Dijon sur un point important. Cette dernière, comme il se doit pour une communication portant sur les pratiques visuelles, était abondamment illustrée. Ce n'est pas le cas de cet article, pour des raisons qui relèvent surtout de la nécessité d'obtenir les droits de reproduction des images, avec les délais que cela comporte, mais aussi de la prise en compte des contraintes d'espace et de coût pour la revue – bref, à cause d'un ensemble d'éléments qui renvoient, pour ainsi dire, à l'économie politique des publications savantes.

Hétérogénéité de l'imagerie, hétérogénéité des analyses

- 2 Après ces quelques précisions contextuelles, des précisions concernant le sujet même de l'article. Le terme « imagerie scientifique » recouvre une variété croissante de techniques de visualisation : (micro)photographie, images de synthèse, esquisses, diagrammes, schémas, et ainsi de suite¹. La tentation est forte de distinguer *a priori* entre ces

différentes techniques, en attribuant à chacune (sans nécessairement tomber dans une sorte d'essentialisme) des propriétés et des caractéristiques propres. Ainsi, on peut établir un continuum allant des images, comme les photographies, qui comportent le plus de détails gratuits mais qui produisent un plus grand effet de réalisme, aux images, comme les schémas ou les graphiques, qui comportent le moins de détails « inutiles » mais trahissent de façon plus ouverte leur nature conventionnelle (Myers 1990). Une telle stratégie analytique permet de rejeter la croyance naïve que des techniques plus récentes et sophistiquées vont nécessairement remplacer les techniques qui les ont précédées. Ainsi, par exemple, Lynch (1991) a bien montré que si, dans le cas des structures sous-cellulaires, les photographies au microscope électronique sont souvent accompagnées d'une esquisse mettant en évidence les éléments sur lesquels les auteurs veulent attirer notre attention, c'est que la polysémie de la technique la plus récente (la photographie) crée des problèmes d'interprétation auxquels peuvent remédier les propriétés monosémiques de la technique plus ancienne (l'esquisse)². Cette dernière coexiste donc avec la première, qu'elle vient compléter.

- 3 Comme l'ont souligné Daston et Galison, ce type de situation ne renvoie pas uniquement à des questions de lisibilité de l'image, mais, de façon beaucoup plus intéressante, à la présence (que ce soit sous forme de coexistence ou de conflit) de configurations épistémiques et morales différentes ou, en d'autres termes, à différents types d'objectivité. Ainsi, le recours à des inscriptions produites par un instrument implique un type d'objectivité mécanique excluant, en principe, tout apport subjectif du chercheur, alors que le recours à des illustrations produites manuellement par le chercheur mobilise un type d'objectivité garantie, précisément, par l'intervention et l'expertise de ce dernier (Daston & Galison 1992). Il apparaît donc que, si la prise en considération de la diversité des techniques de représentation peut constituer un point de départ utile, ce n'est que dans la mesure où cette diversité nous confronte, tôt ou tard, aux différentes utilisations que l'on fait des images. Car là réside la question : représenter pour quoi faire ? Pour visualiser des structures ou des entités invisibles ou, encore, des notions théoriques afin de stabiliser leur existence ? Pour cerner des processus qui se déroulent dans le temps ou en comparer des étapes ? Pour transformer le lecteur en témoin virtuel des expériences menées par les auteurs, en augmentant ainsi la valeur et la crédibilité des résultats ? Pour manipuler différents types d'équipement dont les données apparaissent sous forme d'images ? Ces différentes fonctions, auxquelles d'autres pourraient s'ajouter, ne sont pas incompatibles et peuvent même se renforcer mutuellement.
- 4 Nombreux sont les observateurs qui ont remarqué une présence de plus en plus marquée des images dans les publications savantes, en la reliant aussi bien à une augmentation de l'utilisation de l'imagerie dans les pratiques scientifiques qu'à une transformation des modalités de publication³. Certes, pour un observateur externe au monde scientifique, ce qui frappe d'abord et avant tout c'est l'envahissement progressif des pages des revues et des manuels par des illustrations de tout genre. Mais de nombreuses illustrations sont aussi utilisées, notamment sous forme de diapositives, lors des exposés scientifiques oraux, dont ils constituent souvent le squelette, comme en témoigne la courte phrase rituelle qui les ponctue : « *Can I have the next slide, please ?* » (Dubois 1982). Le rôle de l'imagerie lors d'exposés oraux ayant été admirablement analysé par Elizabeth Rowley-Jolivet (1997, 2000), je n'y reviendrai pas dans ce texte. Différentes formes de production visuelle font également partie du travail quotidien dans le laboratoire, que ce soit sous la forme d'inscriptions produites par des instruments ou sous la forme d'esquisses et de

diagrammes dans les cahiers de laboratoire. Amann et Knorr-Cetina (1990) ont remarqué, à ce propos, qu'il est possible de distinguer entre une première étape au cours de laquelle des « proto-données » visuelles sont produites à partir d'un ensemble non structuré de perceptions, et une deuxième étape au cours de laquelle ces proto-données sont transformées en données, c'est-à-dire en éléments pouvant figurer dans une publication. L'imagerie, en d'autres termes, n'intervient pas seulement en aval des activités de laboratoire, au moment de la publication. Elle est une partie centrale et constitutive de toute intervention scientifique : s'il n'y a pas de représentation sans intervention, il n'y a pas non plus d'intervention sans représentation, une situation très bien cernée par l'affirmation de Hans-Jörg Rheinberger (1997) d'après laquelle chaque système expérimental génère son propre espace de représentation. Il semble donc important de tenir compte non seulement de l'image en elle-même, mais aussi de la situation dans laquelle et du moment auquel elle intervient.

- 5 S'il est difficile, voire impossible, de synthétiser l'état du champ d'analyse de la visualisation scientifique, c'est à cause non seulement de l'hétérogénéité des techniques de représentation et de leurs contextes d'utilisation, mais aussi de la diversité des approches utilisées pour analyser ces différentes techniques et situations. Ainsi, par exemple, si les ethnométhodologues se sont penchés surtout sur les différentes façons dont les objets au centre des pratiques scientifiques sont rendus lisibles et représentables, les tenants de la théorie de l'acteur-réseau se sont intéressés principalement au rôle des inscriptions dans la stabilisation et la circulation des faits, alors que d'autres chercheurs ont plutôt analysé le rôle des interactions verbales dans la « performance » des images. Le but de cet article n'est donc pas de tenter une impossible synthèse, mais de reprendre de façon plus détaillée quelques-uns des thèmes évoqués dans cette introduction. Le point de départ de notre analyse est que l'imagerie, loin d'être un simple épiphénomène des pratiques scientifiques, remplissant au mieux des fonctions didactiques ou pédagogiques, contribue de façon décisive à structurer ces pratiques, en orientant les recherches et en co-produisant les entités qui sont au cœur du travail de recherche. En d'autres termes, le rôle de l'imagerie n'est pas celui d'une « simple représentation » mais, bien plus, celui d'un élément à part entière de la culture matérielle propre à l'univers technoscientifique.

Imagerie et rhétorique scientifique

- 6 Afin de mieux cerner la façon dont les sociologues ont analysé l'imagerie scientifique, il convient d'abord d'évoquer rapidement leur analyse du rôle des articles qui véhiculent les images produites dans les laboratoires. Un point de départ très intéressant nous est offert par un article déjà ancien (1963) au titre provocateur – « Is the Scientific Article a Fraud ? » – dans lequel l'auteur – l'illustre scientifique et prix Nobel P. B. Medawar – s'interroge sur la structure des articles scientifiques, notamment sur l'enchaînement rituel d'une série de sections – introduction, matériel et méthodes, hypothèses, résultats, discussion – qui est censé reproduire, dans son déroulement séquentiel, la démarche scientifique. Or, affirme Medawar, une telle séquence ne correspond pas à la science telle qu'elle se fait, mais obéit, plutôt, à des exigences rhétoriques, visant à renforcer le mythe d'une méthode scientifique qui, par son seul pouvoir, suffirait à démarquer le discours scientifique de tout autre discours. L'article scientifique, en d'autres termes, apparaît comme une machine qui, en plus d'accomplir son rôle manifeste de présenter les résultats

d'une recherche donnée, se double d'un discours caché sur la façon dont ces résultats ont été obtenus et qui les placerait dans un univers à part, celui du factuel par rapport à celui de l'opinion ou de la séduction.

- 7 L'intuition de Medawar a depuis été développée par plusieurs sociologues et analystes du discours⁴, qui ont examiné les articles scientifiques comme des dispositifs servant à capturer les intérêts du lecteur et à prévenir les objections possibles. Pour ce faire, ils ont disséqué les différentes caractéristiques des articles, notamment les stratégies d'écriture destinées à les adapter aux différentes audiences et aux différents types de publication. Ces stratégies, dont les effets touchent au contenu même des articles, se traduisent, entre autres, par la présence d'un ensemble d'éléments textuels et para-textuels — la mention de l'affiliation institutionnelle des auteurs, le recours systématique au passif, la présence massive de références à d'autres textes — destinés, notamment, à accroître l'autorité du texte, à l'inscrire dans une continuité, à lui attribuer les marques d'une entreprise collective, dépourvue de subjectivité, et ainsi de suite. Un des dispositifs qui ont particulièrement attiré l'attention de sociologues, est celui de « l'entonnoir d'intéressement », un terme qui renvoie à la technique fort répandue consistant à introduire un texte par des affirmations très générales, destinées à capturer l'intérêt du lecteur, le propos se rétrécissant ensuite progressivement, afin d'amener ce même lecteur à s'intéresser au sujet pointu de l'article (voir Law 1983, 1986).
- 8 D'autres dispositifs intra-textuels fonctionnent comme autant de renvois à l'existence d'éléments extra-textuels faisant foi aussi bien de la crédibilité que de la valeur de vérité des affirmations contenues dans l'article. Les notes constituent un de ces dispositifs, hautement ritualisé et standardisé. Non seulement elles établissent une continuité entre le texte et ceux qui le précèdent, situant du même coup l'article dans un champ disciplinaire ou un domaine de recherche légitime, mais elles permettent de bâtir une argumentation fondée sur des prémisses qui font autorité, dans la mesure où elles ont en principe résisté à l'épreuve du jugement par les pairs. L'imagerie est un autre de ces dispositifs. Ainsi, les graphiques et les courbes – qu'elles aient été directement générées par des instruments ou reconstituées à partir d'un ensemble de données expérimentales – renvoient le lecteur à l'extérieur du texte, dans le laboratoire des auteurs, où il est en mesure d'assister aux expériences par inscription interposée. L'imagerie, de ce point de vue, joue le rôle d'une référence externe qui doit forcer le lecteur à reconnaître la facticité des données sur lesquelles s'appuient les conclusions du texte, mais aussi les prouesses expérimentales des auteurs. Les illustrations prennent place à l'intérieur d'un texte, et elles ne sont lisibles que grâce à la présence d'un ensemble de facteurs textuels : renvois aux figures dans le texte, légendes et autres éléments d'identification des illustrations⁵. Pourtant, la matérialité des inscriptions à laquelle les images renvoient nous éloigne de l'univers du pur discours, et tout un ensemble de pratiques de régulation (notamment les « bonnes pratiques de laboratoire ») ont été mises en place pour assurer le maintien de ces liens entre pratiques textuelles, visuelles et matérielles. Il est fort instructif, à ce propos, de noter que le développement de l'imagerie de synthèse soulève de nombreux problèmes à cet égard. La possibilité de générer, grâce à l'équipement informatisé, de « fausses » images qu'on ne saurait distinguer des « vraies », dans la mesure où la notion d'un référent originaire est devenue caduque – en bref, le passage d'un régime de ressemblance à un régime de similitude (Foucault 1983) – oblige les institutions scientifiques à imaginer de nouveaux dispositifs de traçabilité⁶.

- 9 La question du rôle de l'imagerie dans les publications scientifiques ne se laisse cependant pas réduire uniquement à une question de vérité et de crédibilité. Des analyses plus subtiles peuvent en être proposées. Contrairement à ce qu'affirment certains théoriciens de l'agir communicationnel, selon lesquels le discours scientifique relèverait de la démonstration, par opposition à la séduction (propre à la publicité et aux démagogues) et à l'argumentation (propre au discours politique), il apparaît que celui-ci, et plus particulièrement l'imagerie qui en est partie intégrante, peuvent être analysés en tant que forme d'argumentation. C'est du moins l'hypothèse qui est à l'origine d'un projet présentement en cours avec Daniel Jacobi, et qui vise à examiner le développement de l'imagerie immunologique de ses débuts à aujourd'hui. Si l'imagerie constitue une partie importante de la structure argumentative d'un discours scientifique donné, il devient alors possible, en examinant des facteurs comme la nature de l'imagerie utilisée, le genre iconique des plages visuelles, le degré de figurabilité et ainsi de suite, de construire une taxonomie de ses différentes fonctions argumentatives (Cambrosio 2001)⁷. Ainsi, le recours à la couleur ou, encore, à des effets tridimensionnels vise à séduire le lecteur, l'utilisation d'une séquence de planches produit un effet narratif permettant de décrire le déroulement spatio-temporel d'un phénomène, alors que d'autres dispositifs servent à établir des liaisons analogiques ou métaphoriques, et d'autres encore incarnent des raisonnements. Ces différentes fonctions (dévoiler, séduire, raconter, analogiser, et ainsi de suite, qu'il est d'ailleurs possible de décomposer en plusieurs sous-fonctions) ne doivent cependant pas être comprises de façon statique. Au contraire, il s'agit de les cerner dans leur déploiement dynamique à partir aussi bien de l'axe temporel, non nécessairement homogène (Cambrosio 2001), selon lequel elles interviennent, que du type d'intervention, tel que défini par le contexte de communication (différents types d'audience, présence ou absence de controverse, etc.) et par le degré de dépendance instrumentale. Cette dernière précision signale que si le point de départ d'un tel type d'analyse est discursif-sémiotique, celle-ci ne saurait être menée à bon port sans prendre en compte la culture matérielle qui sous-tend les activités scientifiques.

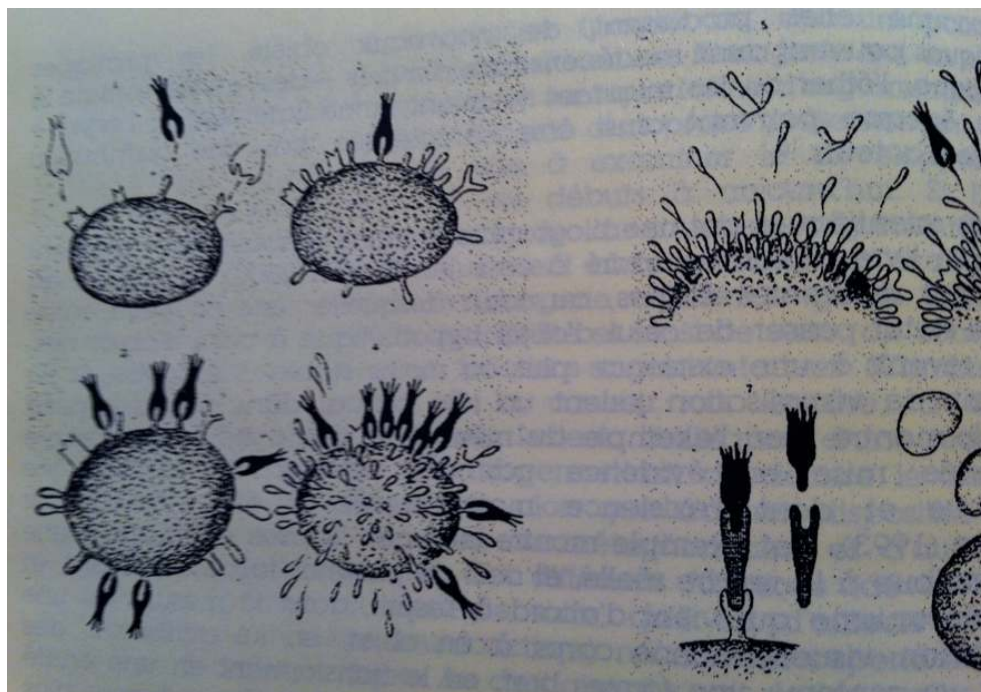
La (re)production d'entités scientifiques

- 10 Les débats entre sociologues et philosophes des sciences ont souvent été marqués, notamment dans le monde anglo-saxon, par des polémiques assez virulentes entre les tenants de positions qualifiées de réalistes, de relativistes et de constructivistes, le désaccord portant sur le statut ontologique des objets scientifiques. Ces débats se révèlent somme toute assez futiles, dans la mesure où il nous apparaît plus instructif, en délaissant toute approche normative, de nous intéresser plutôt au statut ontologique attribué par les scientifiques eux-mêmes aux différents objets dont ils se font les porte-parole. Les activités scientifiques peuvent en effet être caractérisées par le fait tout à fait remarquable qu'elles figurent parmi les principaux producteurs de nouvelles entités, qui se retrouvent souvent, par la suite, au cœur de notre vie quotidienne : nous faisons référence ici non seulement à des artefacts technologiques, mais aussi, et surtout, à des acteurs comme les microbes, ou, plus récemment, les prions et les trous d'ozone qui nous obligent à modifier nos comportements et nos habitudes.⁸ Tout comme elles produisent de nouveaux objets, les pratiques scientifiques peuvent aussi en déconstruire d'autres — des entités comme le phlogistique, l'éther ou les miasmes viennent immédiatement à

l'esprit — chaque époque pouvant ainsi être caractérisée par une distribution différente d'acteurs⁹.

- 11 Les objets scientifiques ont une biographie, comme le soulignait justement le titre d'un livre récent consacré à ce sujet (Daston 2000), et celle-ci est marquée par différentes étapes, au cours desquelles une nouvelle entité verra son statut passer de celui d'objet hypothétique à celui d'objet réel, quitte à revenir à une existence plus ou moins stable. L'imagerie et les instruments de visualisation jouent un rôle central dans ce va-et-vient, comme le montre bien l'exemple du mésosome, une unité sous-cellulaire controversée mise en évidence par des travaux de microscopie électronique et dont l'existence mouvementée a été étudiée par Rasmussen (1993). Cet exemple montre bien que la mise en image d'une entité contribue à la rendre réelle, et ceci de plusieurs façons : d'abord, et c'est le mécanisme qui vient d'abord à l'esprit, dans la mesure où une représentation visuelle donne corps à un objet, en lui attribuant des frontières, un contenu, une forme, en le transformant en une entité discrète dotée d'une existence propre ; mais aussi, d'une façon plus générale, parce que la visualisation contribue à la constitution de l'univers invisible à l'intérieur duquel les scientifiques travaillent et sur lequel ils interviennent¹⁰.
- 12 Un exemple particulièrement instructif de ces processus nous est fourni par l'histoire de l'immunologie. En 1900, le scientifique allemand (et futur prix Nobel) Paul Ehrlich (1845-1915), introduisit, lors d'une conférence à Londres, une série de dessins destinés à illustrer sa théorie dite des « chaînes latérales », censée rendre compte de la formation des anticorps¹¹. À cette époque, s'il y avait peu de doutes sur l'existence d'un nombre croissant de phénomènes immunitaires, on ne savait encore pas trop à quoi il fallait les attribuer. Il y avait en effet plusieurs possibilités, incluant l'action de substances matérielles agissant de façon spécifique grâce à leur configuration physico-chimique, l'action de substances non spécifiques, ou encore l'activité de forces, ou d'états de la matière, plutôt que de substances bien définies. Ehrlich adopta la première solution, en postulant que chaque cellule portait à sa surface des « chaînes latérales » (on parlera par la suite de récepteurs) dont le rôle était de se lier aux substances nutritives, en les rendant ainsi disponibles pour la cellule. Ces récepteurs pouvaient être bloqués par des toxines bactériennes, et la cellule, n'ayant plus accès à la nourriture, réagissait alors en produisant des récepteurs en surnombre qui, une fois sécrétés dans le sang, devenaient des anticorps capables de neutraliser les toxines. La Figure 1 reproduit les planches utilisées par Ehrlich afin d'illustrer cette théorie, qui, tout comme les dessins, devint rapidement très populaire, bien que fort controversée.

Figure 1. Diagrammes utilisés par Paul Ehrlich en 1900 pour figurabiliser sa théorie des chaînes latérales. Source : Ehrlich (1900)



- 13 Le lecteur aura vite remarqué que les deux planches se lisent comme une bande dessinée, la dimension temporelle se déroulant de façon conventionnelle de gauche à droite et de haut en bas, avec des personnages bien caractérisés : les « bonnes » substances nutritives en blanc, et les « méchantes » toxines en noir. Du point de vue argumentatif, nous sommes donc confrontés à une structure narrative : les différentes images de la planche permettent de suivre les différentes étapes d'une séquence d'événements aboutissant à la production et à la mise en circulation d'anticorps. Mais ce qui nous semble encore plus intéressant, c'est l'autre coup de maître réussi par les planches de Ehrlich, à savoir le fait de matérialiser en les figurabilisant ces substances encore hypothétiques qu'étaient les anticorps, et d'y inscrire en même temps les propriétés qui les caractériseraient – notamment, leur spécificité – grâce à l'utilisation d'un code géométrique simple pour représenter les sites de liaison entre chaque couple récepteur-toxine, selon un modèle du type « clé et serrure ». Les textes immunologiques de notre époque ont toujours recours à ces formes géométriques simples, ce qui fait d'Ehrlich un innovateur à plusieurs titres. Ludwik Fleck, considéré aujourd'hui comme un des pères fondateurs de la sociologie des sciences, avait bien saisi cet aspect des travaux d'Ehrlich, en taxant en 1935 ses diagrammes « d'idéogrammes », à savoir de « représentations graphiques de certaines idées et significations, où la signification est représentée comme une propriété de l'objet illustré » (1935 : 137). Plus récemment, Umberto Eco a parlé d'un mode spécifique de production sémiotique aboutissant simultanément à la production d'une nouvelle entité et à la création d'un nouveau code permettant de la représenter et de l'analyser, en télescopant ainsi les propriétés et l'existence d'une nouvelle substance ou d'un nouveau phénomène (1979 : 250)¹².
- 14 Cet épisode est d'autant plus significatif que l'imagerie développée par Ehrlich a dès le début fait l'objet de nombreuses attaques, notamment par l'immunologiste franco-belge Jules Bordet (1870-1961) qui attribuait explicitement le succès des théories de son

collègue allemand à ce qu'il qualifiait d'abus de « représentations graphiques assez puériles ». Mais, bien sûr, ce qui était en jeu n'était pas la qualité du graphisme utilisé, ni la recherche d'un mode plus approprié de représenter des entités sur l'existence desquelles tout le monde se serait entendu, mais bel et bien le fait qu'en visualisant les anticorps, Ehrlich faisait bien plus qu'utiliser un moyen didactique permettant de vulgariser ses conceptions : il définissait les entités qui étaient au centre du travail expérimental, tout en stabilisant leur statut ontologique.

Visualisation et travail moléculaire

- 15 Mais là ne s'arrêtent pas les conséquences de la visualisation des anticorps, car celle-ci a également exercé un impact majeur sur le travail de mise en correspondance entre, d'une part, les procédures et les observations macroscopiques effectuées à la paillasse, et, de l'autre, le comportement des entités invisibles censées être à l'origine des phénomènes observés à la suite des manipulations expérimentales. À l'époque d'Ehrlich, les expériences immunologiques se limitaient souvent au mélange de différents liquides (notamment du sang ou des suspensions bactériennes avec les antisérums obtenus en immunisant des animaux) dont on pouvait par la suite observer, à l'œil nu ou au microscope, le comportement, notamment la présence ou l'absence d'agglutination, de sédimentation ou de lyse. Ces observations étaient consignées dans des tableaux à l'aide de signes conventionnels (+ pour une réaction positive, 0 pour l'absence de réaction, +++ pour une réaction très marquée), mais la question centrale était bien sûr celle de la mise en relation entre ces réactions observables et les multiples entités, invisibles et hypothétiques, pouvant en rendre compte. Or, les tableaux publiés par Ehrlich (voir Figure 2) ainsi que ses notes de laboratoire comportent deux espaces juxtaposés : une colonne sur laquelle le déroulement de l'expérience (tel que conçu à l'avance, et non pas simplement interprété *a posteriori*) est représenté en termes des entités invisibles qui le sous-tendent, et une colonne où sont consignés les résultats des expériences en termes d'observations macroscopiques. L'interpénétration entre ces deux niveaux est complétée par le fait que les instructions de nature procédurale peuvent désormais être formulées en intégrant des éléments appartenant aux deux univers. Par exemple, l'instruction « mélanger le liquide qui se trouve dans telle éprouvette avec tel autre liquide » se lira de la façon suivante : « mélanger l'anticorps avec le complément ».

Figure 2. Exemple de télescopage de représentations moléculaires et de résultats macroscopiques d'expériences. Source : Morgenroth (1904 : 489)

	Activierung fähigkeit durch neu Complexe	Bindungs- fähigkeit f. Ambo- ceptoren	Amboceptor- gehalt Complement gehalt	Complement- gehalt
I. Anticomplement. c: Complement. ac: Anticomplement.	+	0	0	0
II. Verstopfung der complemento- philen Gruppe des Amboceptors (a) durch Complementoid (ca).	a) bei 0° b) bei 37°	+	0	0
III. Antiamboceptor (aa) a: Amboceptor.	0	+	0	+
IV. Cytophiles Proto- Amboceptoid (ca). r: Receptor der rothen Blut- körperchen.	0	0	+	+

- 16 Ce télescopage d'éléments procéduraux et interprétatifs n'est pas l'expression de pratiques désormais dépassées. Ainsi, dans leur analyse de la technique appelée PCR (« *polymerase chain reaction* »), une des techniques vedettes de la biologie moléculaire contemporaine utilisée pour amplifier des séquences d'ADN, Jordan et Lynch ont montré la présence d'un mécanisme identique (1998). Les manuels consacrés à cette technique contiennent des schémas qui juxtaposent la représentation schématisée du processus moléculaire de reproduction des deux brins de la double hélice et la séquence d'instructions concernant les opérations macroscopiques à effectuer à la paillasse. Ces schémas ont aussi recours au télescopage entre des éléments relevant des manipulations macroscopiques et des éléments renvoyant aux entités moléculaires, comme dans l'instruction « ajouter de l'ADN double brin ». Ces différents mécanismes aboutissent à la (re)constitution de ce que Knorr-Cetina et Amann ont appelé le « domaine du comportement invisible de l'échantillon » (1990)¹³, c'est-à-dire un espace de représentation qui agit comme ressource heuristique pour la poursuite des expériences et leur interprétation. En paraphrasant David Gooding, on peut affirmer que la visualisation des anticorps par Ehrlich a permis la constitution d'un univers moléculaire servant de cadre aux travaux des immunologistes et établissant les coordonnées qui ont dès lors régi leurs déplacements dans cet espace invisible (1990 : 131-148).

Au-delà des frontières temporelles et spatiales

- 17 Dans le cas des anticorps d'Ehrlich ou de l'ADN, le chercheur est confronté à des objets expérimentaux qui, bien qu'invisibles, peuvent être rendus visibles et, une fois visualisés, partagent avec le chercheur et son équipement, du moins temporairement, un même

cadre spatio-temporel : l'anticorps est ainsi réputé être présent en même temps et dans le même lieu que le scientifique qui le manipule. Il est cependant d'autres objets qui, en raison de leur propre définition, échappent, en principe, à ce cadrage spatio-temporel. Ainsi, les maladies héréditaires ont justement comme caractéristique de ne pas être confinées au corps d'un patient individuel à un moment particulier, mais de se déployer à travers une longue succession de générations. Bien sûr, le chercheur effectuant un test sur un échantillon d'ADN d'un patient souffrant d'une maladie héréditaire manipulera cet échantillon en temps réel, mais, dans la plupart des cas, la signification des résultats ainsi obtenus ne sera déchiffrable qu'en les rapportant au tableau synchronique et diachronique des pathologies affectant les autres membres de la famille : le véritable patient, en d'autres termes, n'est pas l'individu, mais la famille.

- 18 Dans son étude détaillée des recherches sur la maladie d'Huntington, une pathologie qui a joué un rôle paradigmatique dans le développement de la génétique humaine, Yoshio Nukaga (2000) a montré l'importance d'un dispositif en apparence tout à fait anodin, et, du moins en apparence, à faible contenu technologique, à savoir les pedigrees médicaux¹⁴. Ces derniers, des schémas tracés à l'aide d'une plume et de papier (ou, plus récemment, de logiciels spécialisés), ressemblent à des arbres généalogiques, à cette différence près qu'ils comportent des indications sur la nature des différents symptômes et des différentes maladies ayant affecté les différents membres d'une famille, et que leur format actuel (la forme des symboles et des icônes, la façon de tracer les liens entre les différents symboles, etc.) est le résultat d'une histoire complexe où figure en premier plan le travail de standardisation accompli, entre autres, par des comités internationaux de génétique humaine. Ainsi définis, les pedigrees aboutissent à la production de données proprement médicales, par opposition à des simples données généalogiques. Ils permettent, notamment, d'effectuer des calculs statistiques complexes pouvant aussi bien servir à estimer les risques encourus par un individu donné qu'à effectuer des recherches sur les mécanismes moléculaires de la maladie.
- 19 Bien sûr, à partir du moment où les cliniciens ont pour la première fois décrit l'existence des maladies héréditaires jusqu'à aujourd'hui, les techniques pour diagnostiquer et analyser les maladies héréditaires ont profondément changé. Mais, tel un fil rouge traversant les époques, les pedigrees n'ont cessé d'être associés à ces différentes techniques, incluant les toutes dernières méthodes d'analyse moléculaire, et d'informer l'interprétation de leurs résultats. Pour expliquer une telle « robustesse » il faut rappeler que les pedigrees permettent au chercheur et au clinicien d'embrasser, d'un seul coup d'œil, plusieurs générations et de rendre ainsi présent, dans l'immédiat dans lequel si situe l'intervention du chercheur ou du clinicien, une forme de pathologie qui, par sa définition même, échappe à ce présent. Mais là ne s'arrête pas le rôle des pedigrees, car ceux-ci, une fois associés à un ensemble d'autres techniques d'analyse (différents types d'examen cliniques, cytogénétiques, et, plus récemment, moléculaires), fonctionnent aussi comme des médiateurs entre les aspects phénotypiques d'une pathologie donnée et ses aspects génotypiques, entre ses manifestations individuelles et collectives, mais aussi entre les différents groupes de professionnels (cliniciens, chercheurs, conseillers génétiques) et patients qui, grâce à leur action combinée, aboutissent à la définition et à la gestion, la prévention, ou le traitement d'une maladie héréditaire.
- 20 La visualisation permet également aux chercheurs de représenter des objets qui n'ont pas de référent spatial traditionnel. Ainsi, le système immunitaire, contrairement à d'autres unités comme le système digestif ou le système cardio-vasculaire qui ont un référent

anatomique assez précis, échappe à toute définition obéissant à une telle logique topographique. Il ne possède pas, à proprement parler, d'organes spécifiques (bien que certains organes, comme le thymus, y jouent un rôle important) et il n'y a pour ainsi dire pas de « continuité territoriale » entre ses différentes composantes. Un peu comme la « société » chère aux sociologues, le système immunitaire ne se laisse pas ramener à une entité discrète, il est moins une structure qu'un ensemble de relations entre des éléments dispersés¹⁵. Au cours des dernières décennies, différentes conceptions de la nature et des composantes du système immunitaire se sont affrontées et succédé, et les scientifiques défendant telle ou telle autre position se sont efforcés de la représenter grâce à des dessins restituant aux différents éléments dispersés dans l'organisme un semblant d'unité. Il est dès lors fort tentant d'affirmer que le système immunitaire, **en tant que système**, est un schéma, celui-ci agissant comme un élément intégrateur d'un ensemble d'observations empiriques et de spéculations théoriques. Ce type de fonctionnement est encore plus évident dans des domaines comme les sciences sociales, où le décalage entre production textuelle et objets empiriques discrets est encore plus grand. Ainsi, dans son analyse des images et schémas utilisés en sciences sociales, Lynch (1991) se questionne justement sur le référent de ces schémas – s'agirait-il de « représentations de rien » ? – en explorant du même coup leur rôle constitutif dans l'économie discursive du domaine.

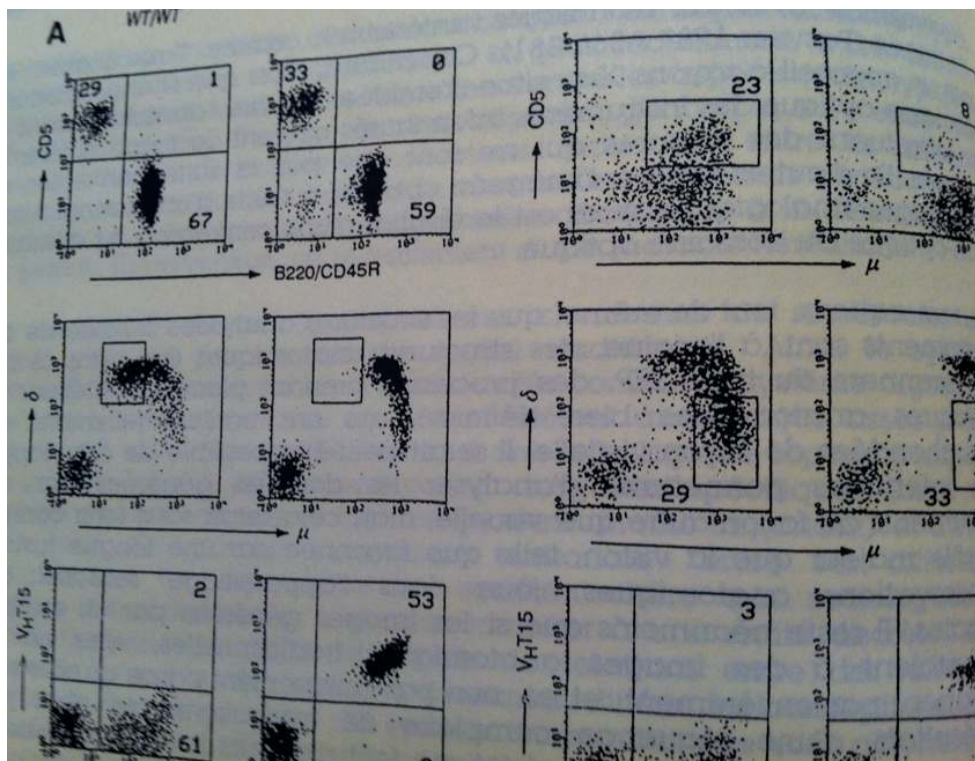
Les nouveaux défis : les images de synthèse

- 21 L'imagerie générée par ordinateur est aujourd'hui omniprésente dans le domaine scientifique. En médecine, des techniques comme l'imagerie à résonance magnétique ou les scanners à tomographie axiale font désormais partie des équipements diagnostiques de routine : ils personnifient, aux yeux du public, le côté « high-tech » des soins de santé, en remplaçant dans l'imaginaire le rôle autrefois occupé par les rayons X (Holtzmann Kevles 1997). Ces derniers, au moment de leur introduction, ont bien sûr établi une rupture importante avec les moyens plus traditionnels de diagnostic, leur signification n'étant pas, pour ainsi dire, contenue dans l'image mais découlant d'un long travail d'expérimentation et de mise en équivalence avec les techniques antérieures comme l'auscultation ou l'autopsie (Pasveer 1989 : 360-381). Cependant, alors que l'image produite par un appareil à rayons X se situe d'emblée, comme l'anatomie, dans le domaine optique, les instruments informatisés opèrent de façon différente, en effectuant des mesures qui ne sont que par la suite converties en images. En d'autres termes, l'imagerie obtenue à l'aide d'un scanner mime les images analogiques, mais est le résultat d'une conversion du domaine non-optique au domaine optique.
- 22 On remarquera, tout de même, que les structures analysées à l'aide de ces instruments sont, à l'origine, des structures anatomiques (ou, dans le cas des scanners du type TEP, des processus prenant place à l'intérieur de structures anatomiques bien définies), qui ont traditionnellement été appréhendées de façon visuelle. Il serait peut-être possible de développer des interfaces permettant d'analyser les données générées par ces instruments de façon autre que visuelle, mais cela serait sans tenir compte du rôle majeur que la vision, telle que façonnée par une longue histoire d'observations anatomiques, joue dans l'appareillage sensoriel des humains. Il reste néanmoins que si les images générées par un scanner ressemblent à des images anatomiques traditionnelles, elles ne les recourent pas entièrement, et ce, non pas uniquement parce qu'elles sont le résultat d'une séquence complexe de traductions qui n'ont pas d'équivalent optique ou manuel (et

qui font d'ailleurs l'objet de plusieurs controverses)¹⁶, mais aussi parce que la nouvelle imagerie se voit attribuer des qualités différentes (elle serait plus objective, plus précise, voire quantifiable) et peut ainsi donner lieu à des manipulations différentes (voir Keating, Limoges & Cambrosio, 1995 : 125-142).

- 23 Il existe des instruments qui poussent encore plus loin ce processus, en transformant en représentation visuelle des données qui ne relèvent a priori pas du domaine visuel. Parmi les exemples de ce type d'instruments, mentionnons le cytomètre, un appareil peu connu du grand public mais jouant un rôle important dans le domaine biomédical dans la mesure où il sert à quantifier le nombre de cellules impliquées dans des maladies comme le SIDA et différents types de cancer. Cet appareil, équipé d'un détecteur laser et, bien sûr, informatisé, permet de compter (voire même de séparer) rapidement différents types de cellules préalablement marquées par des colorants fluorescents associés à des anticorps qui se lient à la surface de ces dernières. Les cellules défilent à haute vitesse devant le laser, la longueur d'onde de la lumière émise est enregistrée par l'appareil, et les résultats de ces mesures sont transformés en temps réel en images. La Figure 3 montre un exemple d'image produite par le cytomètre, chaque point correspondant à une cellule située dans un espace cartésien où figure à l'abscisse et à l'ordonnée l'intensité de deux marqueurs fluorescents donnés.¹⁷

Figure 3. Exemple d'imagerie produite par un cytomètre. Source : document non publié, aimablement communiqué par le Dr. Karl Rajewsky (Institut de Génétique, Université de Cologne)



- 24 Quelles sont les propriétés et les conséquences d'un tel type d'imagerie ? Premièrement, il y a lieu de souligner qu'il n'y a pas de référent topographique original pour ces images. Contrairement aux cellules dont on peut observer au microscope la configuration morphologique, voire même l'organisation anatomique au sein des tissus, la cellule analysée par le cytomètre sous la forme d'un point est définie entièrement par sa position relative dans un espace virtuel. Des agglomérations de points/cellules donnent naissance

à ce que les chercheurs désignent par le terme de (sous) populations cellulaires, un construit qui doit son existence à la capacité du cytomètre d'analyser des centaines de milliers de cellules (contrairement aux centaines visibles au microscope) en liaison avec les conventions de représentation inscrites dans les algorithmes de l'appareil. On peut bien sûr juxtaposer des images morphologiques des cellules aux images électroniques du cytomètre, mais non les superposer. Le cytomètre, pour reprendre l'opposition foucaldienne déjà mentionnée, instaure un ordre défini par des relations de similitude et non plus par des relations de ressemblance.

- 25 Le cytomètre permet donc de saisir et de manipuler des entités qui n'auraient pas de réalité stable sans cet appareil, car, s'il est possible de visualiser au microscope un ensemble limité cellules, il n'est pas possible de visualiser, en tant que telles, une **population** de cellules. Bien sûr, le cytomètre n'est pas responsable à lui seul de la constitution de ces nouvelles entités : pour que des ensembles de points soient interprétés comme des populations cellulaires distinctes, une série d'autres opérations est nécessaire. Celles-ci renvoient à la mise au point de ce que nous avons appelé une plate-forme biomédicale, à savoir un ensemble d'arrangements discursifs et matériels, d'instruments et de programmes reliant le normal et le pathologique (Keating & Cambrosio 2000). Mais si une telle plate-forme ne saurait être réduite à un simple instrument, l'espace de représentation produit par celui-ci demeure un élément important du déploiement de la plate-forme, que ce soit dans des situations de routine ou dans des situations expérimentales.
- 26 Car, et c'est là une deuxième caractéristique majeure de l'imagerie générée par un instrument comme le cytomètre, celle-ci, bien au-delà de l'opposition classique entre reproduction manuelle et reproduction mécanique, aboutit à la réduction, voire à la disparition de la distinction entre intervention et représentation. Qu'il suffise de rappeler, à cet égard, que les diagrammes du cytomètre permettent aussi bien au chercheur de manipuler en temps réel l'appareil que de faire état dans les publications scientifiques des résultats ainsi obtenus. Ce double rôle de l'imagerie, ainsi que la possibilité inédite d'ajuster les images-résultat en manipulant les images-procédure, et de passer aisément des unes aux autres, n'est pas sans soulever de nombreuses interrogations quant aux critères d'interprétation à utiliser pour évaluer les données produites par ce type de dispositif. Il n'est pas donc étonnant que la cytométrie ait fait l'objet de nombreuses interventions, formelles et informelles, visant la régulation de sa pratique et incluant les aspects visuels de celle-ci. Il s'agit d'un autre exemple du processus que Knorr-Cetina (1998) a appelé, dans un autre contexte, la disciplinarisation collective de la production d'images¹⁸.

En guise de conclusion

- 27 À la fin de ce court tour d'horizon, qui est loin d'être exhaustif, de quelques thématiques sociologiques sur la question du rôle des images dans la production scientifique, il reste à souligner, encore une fois, que ces recherches ont mis en lumière l'importance d'analyser les productions visuelles des chercheurs comme des éléments à part entière des activités scientifiques. Trop souvent les analystes du discours scientifique se sont bornés à en analyser les composantes textuelles, en délaissant ainsi l'argumentation visuelle. Mais il faut aussi admettre que les sociologues ont souvent hésité à s'approprier les outils fournis par la sémiotique visuelle, en prétextant que celle-ci aboutissait à une perspective

décontextualisée. Or, il semble bien qu'en ayant recours à un type de socio-sémiotique reposant sur une prise en compte intégrale de la culture matérielle des laboratoires dans les différents domaines techno-scientifiques, on puisse aboutir à une analyse qui nous éloigne aussi bien du spectre du réductionnisme sociologique que de celui d'un univers où tout ne serait que signe.

L'auteur tient à remercier ses collègues Peter Keating et Daniel Jacobi, avec qui il a entrepris la très grande majorité de ses recherches sur l'imagerie scientifique, les responsables du GERAS, notamment Mme Anne Magnet, M. Didier Carnet et M. Michel Perrin, pour leur invitation à participer au colloque auquel une première version de ce texte a été présentée, ainsi que le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, le Fonds FCAR (Gouvernement du Québec) et le Hannah Institute for the History of Medicine (Associated Medical Services, Inc.) qui ont financé ses recherches au cours des dernières années.

BIBLIOGRAPHIE

- Allwright, Dick et Kathleen Bailey. 1991. *Focus on the Language Classroom*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Amann, Klaus et Karin Knorr-Cetina. 1990. « The fixation of (visual) evidence ». In Lynch et Woolgar, *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, MA : MIT Press, 85-121.
- Anderson, Christopher. 1994. « Easy-to-alter digital images raise fears of tampering ». *Science* 263, 317-318.
- Bazerman, Charles et James Paradis (dir.). 1991. *Textual Dynamics of the Professions*, Madison, WI : University of Wisconsin Press.
- Bertin, Jacques. 1977. *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris : Flammarion.
- Bowen, Tim et Jonathan Marks. 1994. *Inside Teaching: Options for English language teachers*. Londres : Heinemann.
- Cambrosio, A., D. Jacobi et P. Keating. 1993. « Ehrlich's 'beautiful pictures' and the controversial beginnings of immunological imagery ». *Isis* 84, 662-699.
- Cambrosio, Alberto et Peter Keating. 2000. « Of lymphocytes and pixels: The techno-visual production of cell populations ». *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 31, 233-270.
- Cambrosio, Alberto. 2001. « On the coexistence of multiple time frames in historical accounts of immunology ». In Moulin, Anne-Marie et Alberto Cambrosio (dir.), *Singular Selves: Historical Issues and Contemporary Debates in Immunology*, Amsterdam : Elsevier.
- Collins, Harry M. 1985. *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*. Beverly Hills : Sage.
- Crease, R.P. 1993. « Biomedicine in the age of imaging ». *Science* 261, 554-561.
- Daston, Lorraine (dir.). 2000. *Biographies of Scientific Objects*. Chicago, IL : University of Chicago Press.

- Daston, Lorraine et Peter Galison. 1992. « The image of objectivity ». *Representations* 40, 81-128.
- Dubois, Betty Lou. 1982. « 'And the Last Slide, Please', Regulatory Language Function at Biomedical Meetings ». *World Language English* 1, 263-268.
- Dumit, Joseph. 1999. « Objective brains, prejudicial images ». *Science in Context* 12, 173-201.
- Dumit, Joseph. 2000. « When explanations rest: 'Good-Enough' brain science and the new socio-medical disorders ». In Lock, Young et Cambrosio, *Living and Working with the New Medical Technologies. Intersections of Inquiry*. Cambridge : Cambridge University Press, 209-232.
- Eco, Umberto. 1979. *A Theory of Semiotics*. Bloomington, IN : Indiana University Press.
- Ehrlich, Paul. 1900. « On immunity with special reference to cell life ». *Proceedings of the Royal Society of London* 66, 424-448.
- Fleck, Ludwik. 1979 [édition originale allemande 1935]. *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Chicago : University of Chicago Press.
- Foucault, Michel. 1983. *This Is Not a Pipe*. Berkeley, CA : University of California Press.
- Francoeur, Eric. 1997. « The forgotten tool: The use and development of molecular models ». *Social Studies of Science* 27, 7-40.
- Gooding, David. 1990. « Theory and observation : The experimental nexus ». *International Studies in the Philosophy of Science* 4, 131-148.
- Holtzmann Kevles, Bettyann. 1997. *Naked to the Bone. Medical Imaging in the Twentieth Century*. New Brunswick, NJ : Rutgers University Press, 1997.
- Jacobi, Daniel. 1999. *La communication scientifique : discours, figures, modèles*. Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.
- Jordan, Kathleen et Michael Lynch. 1998. « The disseminations, standardization and routinization of a molecular biological technique ». *Social Studies of Science* 28, 773-800.
- Keating, Peter, Camille Limoges et Alberto Cambrosio. 1999. « The automated laboratory: The generation and replication of work in molecular genetics ». In Fortun, Michael et Everett Mendelsohn (dir.), *The Practices of Human Genetics*. Dordrecht : Kluwer, 125-142.
- Keating, Peter and Alberto Cambrosio. 1998. « Interlaboratory life: Regulating flow cytometry ». In Gaudillière, Jean-Paul & Ilana Löwy (dir.), *The Invisible Industrialist: Manufacturers and the Construction of Scientific Knowledge*. Londres : Macmillan/New York : St. Martin's Press.
- Knorr-Cetina, Karin. 1998. « Visualisierungen in der Physik : Wie visuelle Darstellungen ein Wissenschaftsgebiet ordnen ». In Huber, J. et M. Heller (dir.), *Interventionen*, 8 (Zürich : Voldemeer).
- Knorr-Cetina, Karin et Klaus Amann. 1990. « Image dissection in natural scientific inquiry ». *Science, Technology and Human Values* 15, 259-283.
- Keating, Peter et Alberto Cambrosio. 2000. « Biomedical platforms ». *Configurations* 8, 337-387.
- Latour, Bruno. 1987. *Science in Action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Law, John. 1983. « Enrôlement et contre-enrôlement : les luttes pour la publication d'un article scientifique ». *Social Science Information* 22, 237-251.
- Law, John. 1986. « The heterogeneity of texts ». In Callon, Michel, John Law et Arie Rip (dir.), *Mapping the Dynamics of Science and Technology*. Houndmills : Macmillan, 67-83.

- Lock, Margaret, Allan Young et Alberto Cambrosio (dir.). 2000. *Living and Working with the New Medical Technologies. Intersections of Inquiry*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Lynch, Michael. 1991a. « Pictures of nothing? Visual construals in social theory ». *Sociological Theory* 9, 1-21.
- Lynch, Michael. 1991b. « Science in the age of mechanical reproduction: Moral and epistemic relations between diagrams and photographs ». *Biology & Philosophy* 6, 205-226.
- Lynch, Michael et Steve Woolgar (dir.). 1990. *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Medawar, P. B. 1963. « Is the scientific paper a fraud? ». *The Listener*, 12 September, 377-379.
- Mitchell, Lisa M. et Alberto Cambrosio. 1997. « The Invisible topography of power: Electromagnetic fields, bodies and the environment ». *Social Studies of Science* 27, 221-272.
- Morgenroth, Julius. 1904. « Methodik der Hämolysinuntersuchung ». In Ehrlich, Paul (dir.), *Gesammelte Arbeiten zur Immunitätsforschung*. Berlin : August Hirschwald.
- Moulin, Anne Marie. 1991. *Le dernier langage de la médecine. Histoire de l'immunologie de Pasteur au Sida*. Paris : PUF.
- Myers, Greg. 1990a. « Every picture tells a story: Illustrations in E.O. Wilson's sociobiology ». In Lynch, Michael et Steve Woolgar (dir.), *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, MA : MIT Press, 231-265.
- Myers, Greg. 1990b. *Writing Biology. Texts in the Social Construction of Scientific Knowledge*. Madison : University of Wisconsin Press.
- Nukaga, Yoshio. 2000. « A genealogy of genealogical practices: The development and use of medical pedigrees in the case of Huntington's Disease ». Thèse de Doctorat en sociologie, Université McGill.
- Nukaga, Yoshio et Alberto Cambrosio. 1997. « Medical pedigrees and the visual production of family disease in Canadian and Japanese genetic counselling practices ». In Elston, Mary Ann (dir.), *The Sociology of Medical Science and Technology*. London : Blackwell, 29-55.
- Pasveer, Bernike. 1989. « Knowledge of shadows: The introduction of X-ray images in medicine ». *Sociology of Health & Illness* 11, 360-381.
- Rasmussen, Nicolas. 1993. « Facts, artifacts, and mesosomes : Practicing epistemology with the electron microscope ». *Studies in History and Philosophy of Science* 24, 227-265.
- Rheinberger, Hans-Jörg. 1997. *Toward a History of Epistemic Things. Synthesizing Proteins in the Test Tube*. Stanford, CA : Stanford University Press.
- Rheinberger, Hans-Jörg. 2000a. « Beyond nature and culture : Modes of reasoning in the age of molecular biology and medicine ». in Lock, M., A. Young et A. Cambrosio (dir.), *Living and Working with the New Medical Technologies. Intersections of Inquiry*. Cambridge : Cambridge University Press, 19-30.
- Rheinberger, Hans-Jörg. 2000b. « Invisible architectures ». *Science in Context* 13, 121-136.
- Rowley-Jolivet, Elizabeth. 1997. « La communication scientifique orale. Étude des caractéristiques linguistiques et discursives d'un genre ». Thèse de doctorat en Études anglaises, Université Victor-Segalen Bordeaux 2.
- Rowley-Jolivet, Elizabeth. 2000. « Image as text. Aspects of the shared visual language of scientific conference participants ». *ASp* 27-30, 133-154.

Tomes, Nancy. 1998. *The Gospel of Germs. Men, Women, and the Microbe in American Life*. Cambridge : Harvard University Press.

Wagner, Peter. 2000. « 'An entirely new object of consciousness, of volition, of thought'. The coming into being and (almost) passing away of 'Society' as a scientific object ». In Daston, *Biographies of Scientific Objects*. Chicago : University of Chicago Press, 132-157.

NOTES

1. La situation se complique si on prend en considération également les modèles trois-dimensionnels ; voir, à cet égard, Eric Francoeur, 1997 : 7-40.
2. Sur la distinction entre graphisme (polysémique) et graphique (monosémique) voir aussi Jacques Bertin, *La graphique et le traitement graphique de l'information*, 1977.
3. Voir, par ex., R.P. Crease, 1993.
4. Voir, par exemple, Charles Bazerman et James Paradis (dir.), *Textual Dynamics of the Professions*, 1991 ; Greg Myers, *Writing Biology. Texts in the Social Construction of Scientific Knowledge*, 1990.
5. Pour une analyse des différents facteurs d'identification externes et internes, voir Bertin (1977).
6. Voir, à ce propos, Christopher Anderson, « Easy-to-Alter Digital Images Raise Fears of Tampering » (1994).
7. Le travail de constitution d'une taxonomie des différentes fonctions argumentatives de l'imagerie a été mené par Daniel Jacobi. Qu'il soit ici remercié pour m'avoir permis de mentionner le contenu de ces travaux non encore publiés. Voir aussi Daniel Jacobi, 1999.
8. Pour une étude historique de l'émergence des microbes dans la vie quotidienne, voir Nancy Tomes (1998). Pour une étude d'une situation plus récente concernant les champs électromagnétiques, voir Lisa M. Mitchell et Alberto Cambrosio (1997).
9. C'est une des idées qui est au centre de la théorie de l'acteur-réseau, telle que développée par Bruno Latour et Michel Callon ; voir, par exemple, Latour, 1987.
10. Pour une analyse de la façon dont on est passé, dans le cas des nouvelles techniques d'intervention bio-moléculaire, d'une situation régie par des représentations extra-cellulaires de configurations intra-cellulaires à une situation définie par des projections intra-cellulaires de projets extra-cellulaires, voir Hans-Jörg Rheinberger, 2000.
11. Pour une analyse détaillée de cet épisode, voir Cambrosio, Jacobi et Keating, 1993.
12. Le sociologue Harry Collins (1985) a aussi remarqué que, dans un contexte de controverse, la négociation des propriétés d'une substance donnée et les débats concernant l'existence de cette entité se recourent.
13. Le recours à des entités ou structures invisibles comme éléments d'explication d'observations expérimentales constitue un tournant historique et épistémologique analysé par Rheinberger (2000 : 121-136).
14. Voir aussi Yoshio Nukaga et Alberto Cambrosio 1997 : 29-55.
15. Pour une discussion de la constitution et des caractéristiques du système immunitaire, voir A. M. Moulin, *Le dernier langage de la médecine. Histoire de l'immunologie de Pasteur au Sida* 1991 ; sur la société comme un objet problématique, voir P. Wagner, « 'An entirely New Object of Consciousness, of Volition, of Thought'. The Coming into Being and (Almost) Passing Away of 'Society' as a Scientific Object », dans Daston (op. cit. : 132-157).
16. Voir, à cet égard, les travaux de Joseph Dumit (1999, 2000) sur le scanner TEP.
17. Pour une analyse détaillée de ce type d'imagerie, voir Cambrosio et Keating (2000 : 233-270).
18. Pour une analyse de la régulation en cytométrie, voir Peter Keating et Alberto Cambrosio (1998 : 250-295)

RÉSUMÉS

L'article présente un certain nombre de thèmes développés dans le cadre de recherches sociologiques récentes sur la visualisation dans le domaine scientifique. L'imagerie, loin de remplir de simples fonctions didactiques ou pédagogiques, contribue de façon décisive à structurer la recherche. On constate notamment l'existence de mécanismes particuliers d'argumentation visuelle, le recours à l'imagerie intervenant également dans la constitution des objets scientifiques ainsi que du domaine invisible qui sert de cadre aux interventions sur ces objets et à leurs actions. L'article examine quelques-uns des nouveaux défis posés par l'imagerie de synthèse, notamment le télescopage entre représentation et intervention.

The article presents a selective survey of several themes discussed by recent sociological work on visualization in scientific practice. Scientific imagery is not a mere pedagogical tool. Rather, it contributes decisively to the structuring of research. Visual arguments take on specific forms and they play an important role in the constitution of scientific objects and of the invisible domain in which these objects perform and are acted upon. The concluding section examines the new challenges created by computerized imagery, including the conflation of representing and intervening.

INDEX

Mots-clés : argumentation visuelle, figurabilité, image de synthèse, imagerie scientifique, visualisation

Keywords : argumentation (visual), image (computerised), imagery (scientific), representation, visualisation

AUTEUR

ALBERTO CAMBROSIO

Alberto Cambrosio est professeur agrégé auprès du Département d'Études sociales de la médecine, de l'Université McGill à Montréal, où il enseigne la sociologie de la biomédecine. En 2001 il occupe temporairement un poste de chercheur invité à l'INSERM, Marseille. Ses recherches portent sur l'innovation dans le domaine biomédical. alberto.cambrosio@mcgill.ca